

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS *ARTIFICIAL AGING* PADA VELG OEM (Al-Si) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR, AIR ES, OLI SAE 140) TERHADAP NILAI KEKERASAN



Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

GILANG ANGGA RUCI

NIM : D 200 160 047

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Velg OEM
(Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140)
Terhadap Nilai Kekerasan**

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Desember 2020

Yang menyatakan,



Gilang Angga Ruci

D200 160 047

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul “**Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Velg OEM (Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140) Terhadap Nilai Kekerasan**”, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **GILANG ANGGA RUCI**

NIM : **D200 160 047**

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Desember 2020

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Masvrukan. M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Velg OEM (Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140) Terhadap Nilai Kekerasan**", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **GILANG ANGGA RUCI**

NIM : **D200 160 047**

Disetujui pada

Hari : **Kamis**

Tanggal : **10 Desember 2020**

Tim Penguji :

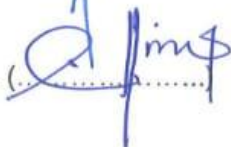
Ketua : **Ir. Masyrukan M.T.**

(.....)

Sekretaris : **Amin Sulistyanto, S.T., M.T.**

(.....)

Anggota : **M. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.**

(.....)

Mengetahui

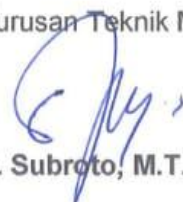
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

04012021

Ketua Jurusan Teknik Mesin

(.....)

Ir. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 029/II/2020 Tanggal 20 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Masyrukan, M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Gilang Angga Ruci
Nomor Induk : D 200 160 047
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Analisis Pengaruh Perlakuan Panas *Artificial Aging* Pada Velg OEM (Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140) Terhadap Nilai Kekerasan.

Rincian Soal/Tugas : Menganalisa Pengaruh Variasi Media Pendingin (Air, Air Es dan Oli SAE 140) Pada Proses *Artificial Aging* Terhadap Nilai Kekerasan Velg OEM (Al-Si).

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Surakarta, 28 Februari 2020

Pembimbing

Ir. Masyrukan, M.T.

MOTTO DAN PESAN

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu akan ada kemudahan “

~ Q.S Al-Insyirah: 6 ~

“ Do something today that your future self will thank you ”

~ Sean Patrick ~

“Kepuasan terletak pada upayanya, bukan pada pencapaiannya, berupaya sepenuhnya adalah kemenangan sesungguhnya“

~ Mahatama Gandhi ~

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

- ❖ Kedua Orang Tua serta Keluarga
- ❖ Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- ❖ Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- ❖ Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Velg OEM
(Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140)
Terhadap Nilai Kekerasan**

Gilang Angga Ruci, Masyrukan

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email : gilangruci@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendinginan (air, air es dan oli SAE 140) pada proses *artificial aging* terhadap nilai kekerasan velg OEM (Al-Si).

Pembuatan spesimen dari bahan material velg OEM. Proses pembuatan spesimen menggunakan pengecoran metode *sand casting*. Spesimen uji diproses dengan langkah awal *solution heat treatment* temperatur 500°C waktu tahan 5 menit. Kemudian *quenching* dengan variasi media pendingin air, air es dan oli SAE 140. Setelah *quenching*, dilakukan perlakuan panas *artificial aging* temperatur 180°C waktu tahan 4 jam.

Hasil pengujian kekerasan setelah proses *artificial aging* terhadap *raw material* setelah *remelting* meningkat pada media pendingin air dari 52.61 BHN menjadi 60.06 BHN, media air es dari 52.61 BHN menjadi 60.06 BHN dan media oli SAE 140 dari 52.61 BHN menjadi 55.25 BHN. Persentase kenaikan tertinggi terjadi pada media pendingin air dan air es sebesar 14.16%.

Kata kunci : *artificial aging*, kekerasan, media pendingin, perlakuan panas, velg OEM.

Analysis of the Effect of Artificial Aging Heat Treatment on OEM Wheels (Al-Si) With Cooling Media Variations (Water, Ice Water, SAE 140 Oil) On Hardness Value

Gilang Angga Ruci, Masyrukan

*Mechanical Engineering Faculty of Engineering Muhammadiyah
University of Surakarta*

Jl. A. Yani Tromol POS 1 Pabelan Surakarta

Email : gilangruci@gmail.com

Abstract

This research aims to determine the effect of variations in cooling media (water, ice water and SAE 140 oil) on artificial aging processes on OEM wheels hardness (Al-Si) values.

Manufacture of specimens from OEM wheels material. The process of making specimens uses the casting method sand casting. The test specimen is processed with the initial step of solution heat treatment temperature 500°C lasting time 5 minutes. Then quenching with a variety of water cooling media, ice water and SAE 140 oil. After quenching, artificial aging heat treatment is carried out at a temperature of 180°C lasting time of 4 hours.

Results of hardness testing after artificial aging process against raw material after remelting increased in water cooling media from 52.61 BHN to 60.06 BHN, ice water media from 52.61 BHN to 60.06 BHN and SAE oil media 140 from 52.61 BHN to 55.25 BHN. The highest percentage increase occurred in water cooling media and ice water by 14.16%.

Key words: *artificial aging , hardness, cooling media, heat treatment, OEM wheels.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “ Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Artificial Aging Pada Velg OEM (Al-Si) Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Air Es, Oli SAE 140) Terhadap Nilai Kekerasan “.

Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya.
2. Bapak Subandri dan Ibu Sutarmi serta adik-adik tercinta atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan.
3. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Masyrukan, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir
5. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
6. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
8. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini Fakhrol, Hanan, Jepry, Styawan, Dani, Satrio dan Irvan.

9. Teman-teman Teknik Mesin UMS 2016 khususnya kelas B yang telah membantu dalam proses perkuliahan selama ini.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu kami mengharapkan adanya kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh

Surakarta, Desember 2020

Gilang Angga Ruci

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Motto dan Pesan	vi
Halaman Persembahan	vii
Abstrak	viii
Abstract	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvii
Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
Bab II Landasan Teori	
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Pengecoran Logam	7
2.2.2 Aluminium	9
2.2.3 Paduan Aluminium	14
2.2.4 Jenis-Jenis Aluminium Paduan	19
2.2.5 <i>Heat-Treatable</i> dan <i>Nonheat-treatable Alloys</i>	26

2.2.6 <i>Heat Treatment</i>	28
2.2.7 Media Pendingin.....	31
2.2.8 Perlakuan Panas Aluminium	33
2.2.9 Pengujian.....	40

Bab III Metodologi Penelitian

3.1 Diagram Alir Penelitian	43
3.2 Tempat Penelitian.....	44
3.3 Alat Bahan dan Proses	44
3.3.1 Alat.....	44
3.3.2 Bahan.....	50
3.3.3 Proses Aging.....	54
3.3.4 Proses Pengujian Komposisi Kimia	55
3.3.5 Proses Pengujian Kekerasan	55
3.3.6 Proses Pengamatan Struktur Mikro.....	56

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	57
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	59
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	60
4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro	63
4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	66

Bab V Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran	69

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Al-Si	19
Gambar 2.2 Diagram Fasa Al-Cu.....	21
Gambar 2.3 Diagram Fasa Al-Si-Mg.....	22
Gambar 2.4 Diagram Fasa Al-Mg-Zn ₂	23
Gambar 2.5 Diagram Fasa Al-Zn	24
Gambar 2.6 Diagram Fasa Al-Mg	25
Gambar 2.7 Proses <i>Heat Treatment</i> Aluminium Paduan.....	34
Gambar 2.8 Proses <i>Heat Treatment</i> Metode <i>Aging</i>	36
Gambar 2.9 Urutan Perubahan Fasa Pada <i>Artificial Aging</i>	39
Gambar 2.10 Mesin Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> dan Bola Indentor	41
Gambar 2.11 Proses Pengamatan Pada Struktur Mikro	42
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 3.2 Gerinda Potong.....	44
Gambar 3.3 Alat Pemotong <i>Stereofoam</i>	44
Gambar 3.4 Cetakan	45
Gambar 3.5 Tungku	45
Gambar 3.6 Kowi.....	46
Gambar 3.7 Kompor	46
Gambar 3.8 <i>Spectrometer Thermo</i> ARL 3560 OES	46
Gambar 3.9 <i>Furnace Narbertherm GmbH</i> Model N 61/H	47

Gambar 3.10 <i>Infrared Thermometer</i>	47
Gambar 3.11 Penjepit Spesimen.....	48
Gambar 3.12 Jangka Sorong.....	48
Gambar 3.13 Amplas	48
Gambar 3.14 Gelas Ukur	49
Gambar 3.15 Wadah	49
Gambar 3.16 Mesin <i>Polish</i>	49
Gambar 3.17 Alat Uji Kekerasan	50
Gambar 3.18 Alat Uji Struktur Mikro.....	50
Gambar 3.19 Velg OEM.....	51
Gambar 3.20 <i>Stereofoam</i>.....	51
Gambar 3.21 Pasir CO₂.....	51
Gambar 3.22 Gas Tabung.....	52
Gambar 3.23 Naoh dan Aquades	52
Gambar 3.24 Air	53
Gambar 3.25 Air Es.....	53
Gambar 3.26 Oli SAE 140	53
Gambar 3.27 Skema Proses <i>Artificial Aging</i>.....	54
Gambar 4.1 Diagram Fasa Al-Si.....	58
Gambar 4.2 Diagram Hasil Uji Kekerasan Metode <i>Brinell</i>.....	60
Gambar 4.3 Spesimen Uji.....	62
Gambar 4.4 Titik Penekanan Hasil Pengujian Kekerasan	62
Gambar 4.5 Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Pembesaran 200x.....	63

Gambar 4.6 Struktur Mikro Material Setelah Remelting	
Pembesaran 200x.....	63
Gambar 4.7 Struktur Mikro <i>Quenching</i> Media Pendingin Air	
Pembesaran 200x.....	64
Gambar 4.8 Struktur Mikro <i>Quenching</i> Media Pendingin Air Es	
Pembesaran 200x.....	64
Gambar 4.9 Struktur Mikro <i>Quenching</i> Media Pendingin Oli	
SAE 140 Pembesaran 200x.....	65
Gambar 4.10 Struktur Mikro <i>Artificial Aging</i> Media Pendingin	
Air Pembesaran 200x.....	65
Gambar 4.11 Struktur Mikro <i>Artificial Aging</i> Media Pendingin	
Air Es Pembesaran 200x.....	66
Gambar 4.12 Struktur Mikro <i>Artificial Aging</i> Media Pendingin	
Oli SAE 140 Pembesaran 200x	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aluminium dan Paduannya Serta Kode Penamaan.....	15
Tabel 2.2 <i>Wrought Alloys</i> dan <i>Cast Alloys Series</i>	26
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Komposisi Kimia Material Velg OEM	57
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	59